

# 中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 地球科學科

第三名

080501

天上的星星不說話，海上的眼淚藍如畫

學校名稱：連江縣立介壽國民小學

作者：  小五 陳 暘  小五 曹智翔  小五 張玲禎  小五 謝 寧	指導老師：  陳孜淵
---	------------------

關鍵詞：馬祖、藍眼淚、夜光藻

# 作品名稱：天上的星星不說話，海上的眼淚藍如畫！

## 摘要

- (一) 馬祖海面的藍眼淚現象是「夜光藻」大量發光形成。
- (二) 夜光藻是圓形單細胞透明生物，無毒，以體內的發光酵素等物質與氧氣氧化產生螢光（邵廣昭，2000），直徑約 0.1cm，若仔細觀察，肉眼可見。適合夜光藻生長的海溫是 17°C ~ 22°C。PH 值在 7.9 ~ 8.4 之間。鹽度是千分之 19 ~ 千分之 29。比重在 1.014 ~ 1.022。海水中的夜光藻數量少時，溶氧量高，測量數據為 10.5；數量多時，溶氧量低，測量數據為 4.0。
- (三) 在氣溫 21 ~ 24°C、累積降雨量 130mm 以上、平均海平面氣壓 1006 ~ 1010 hPa 最適合夜光藻大量繁殖，當夜光藻大量繁殖時，會在海面發出淡藍色螢光，形成「藍眼淚」美景。

關鍵字：馬祖、藍眼淚、夜光藻

# 壹、研究動機

## 一、與藍眼淚相遇

2012 年 4 月底晚間，馬祖南竿鄉仁愛村、津沙村澳口海面上發出大片藍色螢光，讓大家嘆為觀止，此景不僅引起許多愛好攝影人士趨之若鶩的前往拍攝，美如仙境的照片在網路上瘋狂流傳、轟動一時，因此媒體記者爭相報導：今日新聞記者也以「直擊／馬祖星沙大爆發！發光『藍眼淚』醉倒網友」為題報導；中國時報記者以「馬祖唱藍色啤酒海」為題述說此現象；yam 蕃薯藤記者則以「迷漾馬祖之美／瞬間奇景 藍色眼淚匯集熒光亮海」報導。（中國時報，20120425；今日新聞 20120426；yam 蕃薯藤新聞，20121206；馬祖日報，20120427；ETtoday，20121130）



圖 1-1 101 年藍色啤酒海

資料來源：顧哲嘉



圖 1-2 101 年星沙奇景

資料來源：曹以鋒



圖 1-3 101 年藍眼淚

資料來源：姜秀華



圖 1-4 101 年馬祖星沙

資料來源：顧嘉哲

「藍眼淚」現象成爲地區街頭巷議的焦點，探訪「藍色啤酒海」成了熱門的夜間活動，我們對這「藍色夢幻」產生極大的好奇。課堂中，老師也針對這自然現象進行教學，更讓我們想親眼目睹這個盛況。當天晚上，我們就請求爸媽開車前往仁愛村觀賞，果真，海面發出閃閃藍色螢光，美不勝收！於是，我們想一探究竟，爲什麼馬祖的海面會出現如此美景呢？

## 二、研究題材與課本教材的相關性

我們找老師一起探討這個問題，從新聞報導內容與長輩們的經驗分享中得知，這樣的海洋奇觀應該與「氣候變化」有關，我們想到：運用三年級自然與生活科技課程學過的「觀測天氣」方法，並到中央氣象局網站查詢氣溫、降雨量、風速、海平面氣壓等資料；然後老師告訴我們，六年級的自然與生活科技課程中「天氣的變化」以及「生物與環境活動」都和研究主題有關，於是向六年級學長姐借到課本後，我們便認真閱讀，共同討論，找尋研究方法。

我們的研究題材與國小自然課程相關的單元有：

### （一）三下康軒自然 第 3 單元 認識天氣

1. 天氣的變化
2. 小小氣象觀察家
3. 氣象預報臺

### （二）六上康軒自然 第 1 單元 天氣的變化

1. 大氣中的水
2. 認識天氣的變化

### （三）六下康軒自然 第 3 單元 生物與環境活動

1. 生物生長的环境
2. 人類活動對环境的影響

## 貳、研究目的

### 一、研究目的

- (一) 能正確使用觀測儀器，來記錄天氣變化，並延伸課本內短期一週的觀測，學習長期觀測馬祖南竿地區的天氣變化。
- (二) 透過記錄天氣變化，探討海面發生藍色螢光之因。
- (三) 根據研究所得，提出建議事項。

### 二、待答問題

- (一) 如何正確使用觀測儀器，長期記錄馬祖南竿地區的天氣變化？
- (二) 如何透過記錄天氣變化，探討海面發生藍色螢光之因。
- (三) 根據研究所得，提出的建議事項為何？

## 參、研究設備及器材

### 一、實測器材

酸鹼度測試筆、鹽度屈折計、溶氧計、溫度計。

### 二、實測記錄

記錄中華民國 102 年 4 月~5 月馬祖南竿鄉仁愛村、津沙村、復興村的海面溫度與水質檢測情形，每周實地測量記錄兩次。

### 三、馬祖氣象站觀測資料

從中央氣象局取得馬祖氣象站的觀測資料，時間：101 年 4、5 月與 102 年 4、5 月，包含氣溫、雨量、平均風風速、平均海平面氣壓等資料。

## 肆、研究方法與過程

### 一、研究方法

#### (一) 文獻探討與分析

第一步，我們先閱讀各家報章雜誌（中國時報，2012；今日新聞 2012；yam 蕃薯藤新聞，2012；馬祖日報，2012；ETtoday，2012）的報導，從報導內容中，得知一些訊息：

連江縣政府建設局長曹爾元則說，此次海水發光範圍堪稱歷年之最，「連我都嚇一跳」過去因海水中的介形蟲，體內的螢光物質，讓海灘看似會發亮，但此次擴及整個海面「我們也不知道因為何」。（中國時報，2012）

台灣大學漁業科學研究所所長周宏農指出，此一現象俗稱「水華」或「赤潮」，好發於冬末春初，此時冬雪初融，使大量優養化河水排入海內，減緩海水流動速度，加上氣溫上升，誘使發光藻類「渦鞭毛藻」中，俗稱「夜光蟲」大量繁殖，白天看來，海面帶著淡淡赭紅，到了晚上，則是柔和的藍白色微光。而以渦鞭毛藻為主食的介形蟲，也前來覓食，周宏農說，當牠被海浪拍打到岸上時，因受到刺激，身體也會發出藍白色螢光，再被海浪帶回海中後，讓海水也看似發光，兩者相乘效果，就是前晚的「藍色啤酒海」。（中國時報，2012）

近日馬祖各島海域水面發光，原來是「渦鞭毛藻」與覓食的介形蟲過境，讓海面出現泛藍彩光，這段期間發光的海水在傳統漁民眼中被稱為「丁香水」，因為這時候正是馬祖盛產丁香魚的季節，漁民說，海水發光的現象一直到夏天都有，但規模不會這麼大。地區漁民表示，每年的三到五月是地區盛產丁香魚的季節，這是漁民結束蝦皮季後另一項重要的收入，而「丁香水」就是漁民判斷丁香魚過境時重要的觀察指標。（馬祖日報，2012）

根據報導的內容，我們推估：藍眼淚現象應該與「介形蟲」、「渦鞭毛藻」、「丁香水」有關。

接著，我們前往建設局拜訪劉剛課長，他幫我們引薦馬祖水產試驗所的唐財旺先生，他告訴我們：2012年4月底時，曾採樣發光海水放置顯微鏡下觀看，透

過「認識藻類」此書 32 頁的圖鑑辨識，判定造成海洋發光的生物是渦鞭毛藻中的「夜光藻 (*Noctiluca*)」，如圖 4-1、圖 4-2。

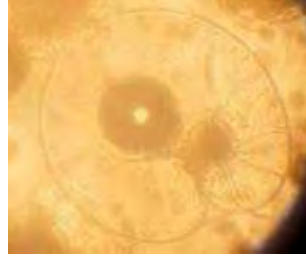


圖 4-1 顯微鏡下的夜光藻

資料來源：王敦濤提供

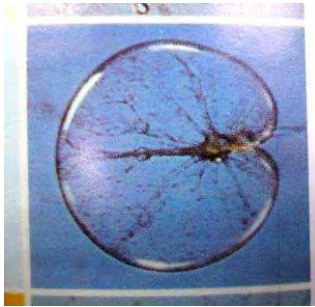


圖 4-2 「認識藻類」一書中的夜光藻

資料來源：（黃淑芳，1989，32）



圖 4-3 使用顯微鏡觀察

資料來源：王敦濤提供

然後，我們將所有蒐集到的資訊彙整起來，使用 e-mail 方式請教臺大周宏農教授，教授給我們的回應是：

馬祖貴賓地所發生「藍色啤酒海照片」的網路喧騰，根據馬祖建設局水試所照片，及過往臺大海研一號研究船調查當地水域的採樣所發現水華（或紅潮、赤潮）的種類都是一樣，屬渦鞭毛藻中俗稱「夜光蟲」的 *Noctiluca scintillans*，因海域水質的「優養化」，推測是春天多雨或山上雪溶帶來陸地營養鹽（氮磷與土壤微量元素及腐殖質），及溫度逐漸上升，蘊育了藻類在短時間內的大量繁殖，產生水中該等渦鞭毛藻高密度的存在。它們的高密度配合夜間及海浪的拍打（物理性刺激）而產生生物螢光（luciferin- luciferase bioluminescence），螢光的產生是短暫閃爍，需要一定時間才能恢復，但在大的族群下，輪流的接受海波刺激，在經長時間的曝光（最好沒有其他光害，月光會影響海上螢光攝影的呈現）後，得到網路照片。

而夜光蟲密度多時，也往往招來成群的小丁香魚（多屬濾食性）的追逐搶食，而有「沙丁魚經過指標」的漁民經驗。

經過初步的文獻探討與考證，我們得知：馬祖的藍眼淚現象與「夜光藻」以及「海洋優養化」有關，所以，接下來我們要使用檢測海水的儀器，實際觀察馬祖南竿鄉「仁愛村（北海坑道）、津沙村、復興村」（如圖 4-5）澳口的海水。



圖 4-4 馬祖南竿鄉 Google 地圖

資料來源：Google 地圖



圖 4-5 馬祖南竿鄉導覽地圖

資料來源：連江縣政府提供



## (二) 實際觀察法

我們向馬祖高中生物水質實驗室的符菊永老師說明研究主題「藍眼淚」後，老師借我們三項檢測海水的儀器，有溶氧計（圖 4-6）、酸鹼度測試筆（圖 4-7、圖 4-8）、鹽度屈折計（圖 4-9），以記錄中華民國 102 年 4 月～5 月馬祖南竿鄉仁愛村、津沙村、復興村的水質檢測情形。



圖 4-6 DO-5509 溶氧計

資料來源：自行拍攝



圖 4-7 PH600 酸鹼度測試筆

資料來源：自行拍攝



圖 4-8 PH5011 酸鹼度測試筆

資料來源：自行拍攝



圖 4-9 ATAGO 鹽度屈折計

資料來源：自行拍攝

二、研究過程

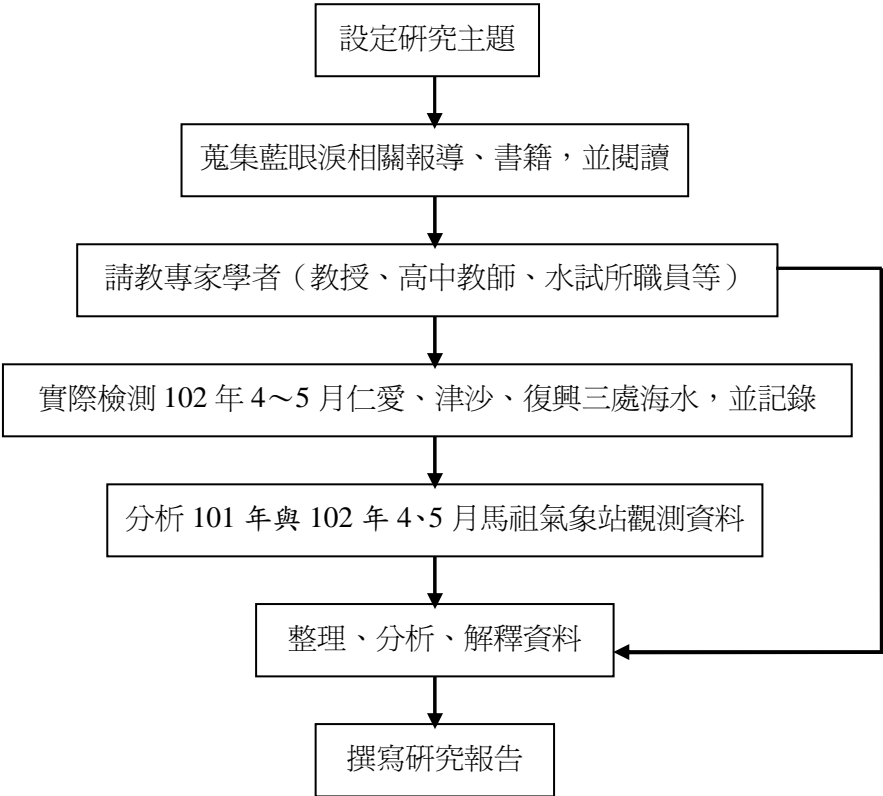


圖 4-10 研究流程圖

資料來源：自行繪製

## 伍、研究結果

### 一、實測記錄

從 102 年 4 月~5 月，我們每週二次，前往仁愛村、津沙村、復興村檢測三處澳口海水。到海灘後，先測量當天氣溫，接著用玻璃瓶取海水，再使用溫度計測量海溫；使用溶氧計測量海水的「溶氧量」；使用酸鹼測試筆測量海水的「PH 值」；使用鹽度屈折計測量海水的「鹽度」、「比重」。



圖 5-1 採集海水

資料來源：自行拍攝



圖 5-2 測量海溫

資料來源：自行拍攝



圖 5-3 測量溶氧量

資料來源：自行拍攝



圖 5-4 測量鹽度

資料來源：自行拍攝



圖 5-5 測量酸鹼值

資料來源：自行拍攝



圖 5-6 記錄實驗數據

資料來源：自行拍攝

今年 4 月 17 日晚間，東莒居民在臉書上分享親眼目睹藍眼淚的興奮心情，並使用單眼像機長曝光 30 秒與錄影方式捕捉如夢似幻的美景，也有旅客分享在南竿的北海坑道海灘看見藍眼淚，不過無法使用一般傻瓜相機記錄下來，所以從 4 月 18 日起，我們在仁愛村的測量地點從村莊澳口更改至旁邊的「北海坑道」。



圖 5-7 102 年 04 月 17 日東莒藍眼淚

資料來源：曹躍鎧

果真，04 月 18 日當天在仁愛村北海坑道採樣的海水，在晚間 20：00 左右，搖晃瓶子後，海水發出點點螢光；04 月 19 日天氣轉涼，吹起北風，該處採樣的海水發光數少於 4 月 18 日。而這兩天在津沙村和復興村澳口採樣的海水，搖晃後，則都沒有發光現象。

我們十分好奇海水中的發光物是什麼？是去年水試所唐財旺先生看到的夜光藻？還是以前的造成東莒星沙現象的介形蟲呢？亦或是其他生物？所以我們向介

壽國中生物實驗室借顯微鏡，透過顯微鏡，我們看到一個圓形物體，對照水試所唐財旺先生借給我們的「認識藻類」書籍（圖 5-9）中的「夜光藻」圖片相似，我們猜想這應該是「夜光藻」吧！



圖 5-8 使用顯微鏡觀察

資料來源：自行拍攝

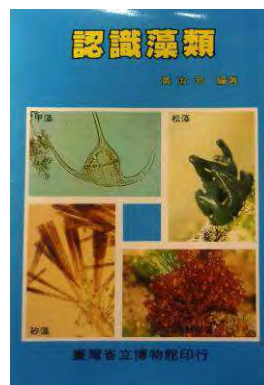


圖 5-9 認識藻類書籍

資料來源：自行拍攝

爲了研究的嚴謹與精確，我們請教馬祖攝影學會理事長王敦濤先生：如何拍攝顯微鏡下觀看到生物？原來只要將傻瓜相機的鏡頭完全密合在顯微鏡的接目鏡上拍攝即可。同時，我們帶著 04 月 28 日在復興村澳口的採樣海水前往水試所拜訪唐財旺先生，透過顯微鏡的 64 倍放大，觀察到海水中的發光物如圖 5-9，並將照片 e-mail 給周宏農教授，教授告訴我們：「這就是 *Noctiluca scintillans* 夜光藻」。

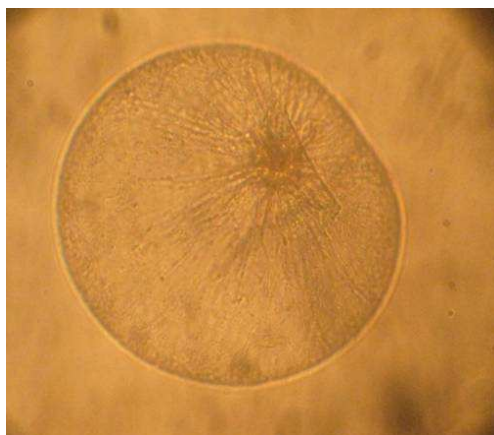


圖 5-10 我們在顯微鏡中看到的夜光藻

資料來源：自行拍攝

從今年的 4 月 3 日起，我們實際檢測仁愛、津沙、復興村三處海水，再記錄下來，並將有採集到發光海水的日期、數據使用藍色標示出來，如表 5-1。

表 5-1 海水實測紀錄表

日期	天氣 ℃	風向	仁愛澳口（北海坑道）				津沙澳口				復興澳口				備註
			海溫 ℃	溶氧量	酸鹼值	鹽度 比重	海溫 ℃	溶氧量	酸鹼值	鹽度 比重	海溫 ℃	溶氧量	酸鹼值	鹽度 比重	
04.03 10:00 11:00	晴 15.8	北	14.8	10.2	6.5	31 1.023	15.1	9.5	6.4	31 1.023	15.3	10.5	6.4	28 1.020	
04.07 17:30 18:30	晴 11.9	北	14.7	11.1		33 1.025	14.7	10.4		32 1.024	15.9	11.2		28 1.020	PH600 酸鹼筆故障
04.10 13:00 14:00	晴 15.1	北	14.2	11.0	8.1	20.6 1.018	14.6	9.8	8.0	26 1.018	15.1	8.6	8.0	26 1.018	改用 PH5011 酸鹼筆
04.13 13:30 14:30	晴 21.3	北	17.6	10.5	8.0	26 1.018	16.7	10.3	8.0	26 1.018	17.8	10.2	8.1	27 1.019	
04.17 13:30 14:30	晴 19.9	南	20.8	9.8	8.2	17 1.012	19.9	9.4	8.1	19 1.014	20.3	8.5	8.1	18 1.013	東莒出現 藍眼淚
04.18 16:00 17:00	晴轉 雨 20.9	南轉 北	20.2	8.8	8.4	20 1.016	20.9	8.7	8.3	23 1.017	19.1	8.8	8.1	23 1.017	北海坑道 海水會發光
04.19 16:00 17:00	陰 15.3	北	17	9.8	8.2	29 1.022	18	9.3	8.2	29 1.022	17.4	9.8	8.2	27 1.019	海水發光數 少於昨日
04.23 17:00 18:00	晴 20.2	南	19.4	10.5	8.1	28 1.021	19.3	9.0	7.9	24 1.018	19.9	8.8	8.1	27 1.019	津沙發光 數量多於 北海坑道
04.28 10:30 12:00	晴 20.8	北	19.3	8.0	8.0	25 1.018	19.1	7.6	8.1	24 1.018	19.9	7.2	8.1	27 1.019	復興首次發 光，發光數 量多於北海 坑道與津沙
04.30 16:00 17:00	雨 22	南	19.3	8.0	8.0	25 1.018	19.1	7.6	8.1	24 1.018	19.9	7.2	8.1	27 1.019	
05.03 16:00 17:00	晴 23	北	18	7.2	8.3	28 1.020	18.7	7.1	8.2	27 1.019	20	7.7	8.1	26 1.019	05/04 復興 澳口海面 出現藍眼淚
05.06 16:00 17:00	晴 18	北	18.5	6.0	8.3	29 1.022	18.5	6.0	8.2	28 1.021	18	7.0	8.0	23 1.018	
05.09 16:00 17:00	晴 22	南	21	5.5	8.1	25 1.018	21	4.0	8.0	23 1.017	20.5	6.9	8.1	23 1.017	藍眼淚 數量增加
05.13 16:00 17:00	晴 23	北	22	5.6	8.2	23 1.017	21	5.7	8.2	19 1.014	22	6.9	8.0	22 1.016	南竿、莒光、 北竿藍眼淚 數量增加

從檢測仁愛、津沙、復興海水的數據看來，我們得知：**適合夜光藻生長的海溫是 17°C~22°C。PH 值在 7.9~8.4 之間。鹽度是千分之 19~千分之 29。比重在 1.014~1.022。海水中的夜光藻數量少時，溶氧量高，04 月 23 日於仁愛村澳口測量數據為 10.5；數量多時，溶氧量低，05 月 09 日在津沙村澳口測量數據為 4.0。**我們以採樣海水與藍眼淚攝影照片來判斷海水中夜光藻的數量多寡。

## 二、發現藍眼淚

今年四月到五月間，在馬祖地區，除了南竿的仁愛（舊稱鐵板）、津沙、復興（舊稱牛角）、四維、清水、梅石、介壽（舊稱山隴）海面發現藍眼淚外，莒光的呂何崖、猛沃港、青帆港、大埔港，以及北竿的塘后沙灘、午沙澳口也有其蹤跡，分別將記者的報導、我們的親身經歷、網友的照片分享與呈現於下。

### （一）藍眼淚報導

東森記者陳姿吟報導：不停翻攪海水怕消失！馬祖絕美『藍眼淚』超夢幻

4 月 19 日晚上，我們入住位於馬祖北竿的「坂里大宅」，由於前一天就聽說「藍眼淚」現身馬祖，民宿老闆王元嵩（阿水）抵不過我的硬凹，「破例」帶著我們一行人來到海邊「碰運氣」。

我與其他同行女生在後面不斷問：「有嗎？有嗎？」這時聽到阿水的呼喊：「有耶！有耶！全部都是！妳們快來看。」我不顧鞋子是否會全濕、褲管是否有撩起，一股腦往前衝，在被海浪拍打的沙灘上，我一步一步踩過的地方，都發出微弱的藍光，我簡直不敢相信我的眼睛！是藍眼淚沒錯，我真的看到藍眼淚了！我們八個人一同在漆黑的海邊歡呼著。由於數量不多，肉眼可見，但卻無法用相機或手機拍下絕美畫面。我不斷踩著被海浪衝過的沙灘，眼睛看得到就是拍不下來，但是心裡的驚嘆真的無法用言語形容。



圖 5-11 北竿塘后沙灘

資料來源：陳姿吟



## （二）我們的親身經歷

5月2日晚上8點多，我們接到老師來電說：在鐵板往津沙步道上的55據點看到藍眼淚，我們開心極了，趕緊請爸媽開車，載我們去和老師會和。55據點附近沒有路燈與住家，沒有光害，我們看見海面上閃爍著淡藍色的光芒，也看見滿天星斗和像勺子一樣的北斗七星，當我們在津沙澳口的沙灘上又蹦又跳時，發現腳下的沙子也會閃爍發光，有趣極了！於是我們改編了一首歌謠當作這次科展報告的名稱：「天上的星星不說話，海上的眼淚藍如畫」。



圖 5-12 津沙沙灘（踩星沙的地點）

資料來源：自行拍攝

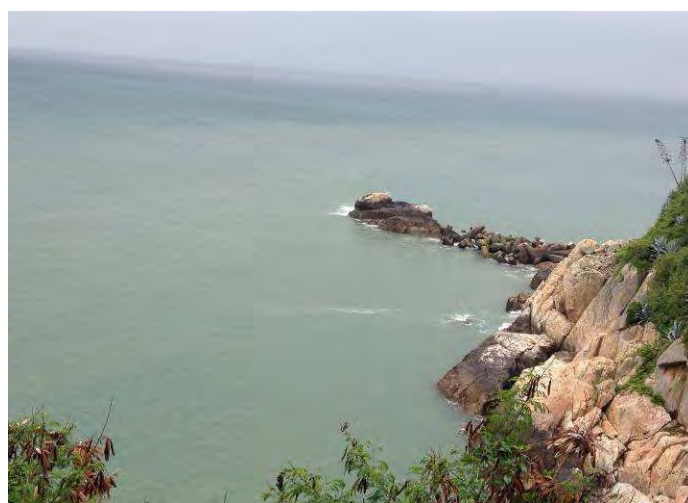


圖 5-13 板津步道的55據點（看見藍眼淚之處）

資料來源：自行拍攝

## (二) 藍眼淚照片

我們將網友今年拍攝到藍眼淚的照片按照時間先後順序排列出來。



圖 5-14 102 年 04 月 17 日莒光踩星沙

資料來源：陳筱雯



圖 5-15 102 年 04 月 17 日莒光猛澳港

資料來源：曹躍鎧



圖 5-16 102 年 04 月 29 日南竿仁愛

資料來源：李振元



圖 5-17 102 年 05 月 02 日莒光青帆港藍眼淚與南極星軌  
資料來源：陳德福

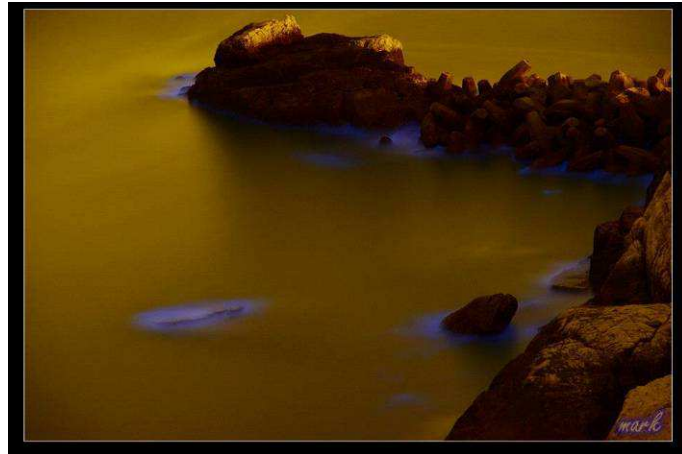


圖 5-18 102 年 05 月 03 日板津步道 55 據點  
資料來源：王文忠



圖 5-19 102 年 05 月 04 日南竿牛角「追淚族」  
資料來源：曹祥官



圖 5-20 102 年 05 月 04 日牛角聚落  
資料來源：曹以鋒

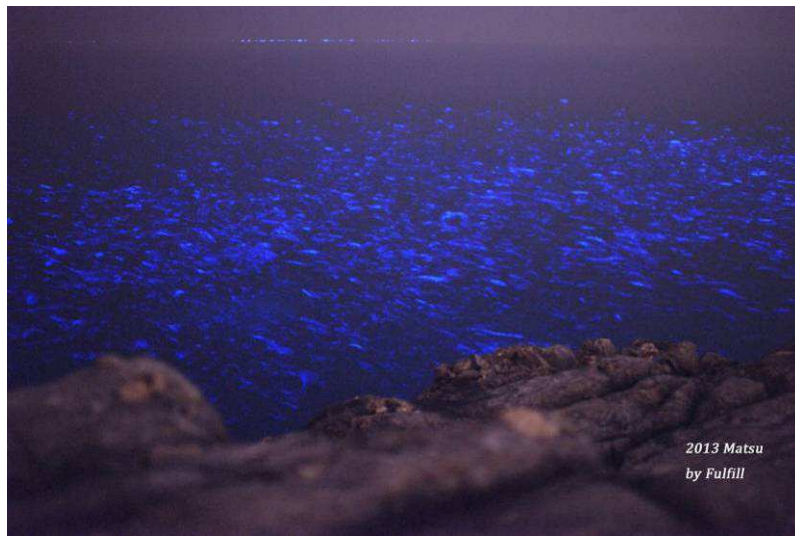


圖 5-21 102 年 05 月 09 日莒光  
資料來源：陳德福



圖 5-22 102 年 05 月 09 日仁愛鐵堡  
資料來源：曹祥官



圖 5-23 102 年 05 月 09 日北竿后沃  
資料來源：于逸知



圖 5-24 102 年 05 月 10 日牛角聚落  
資料來源：劉家國



圖 5-25 102 年 05 月 11 日北竿 08 聚點  
資料來源：王文忠

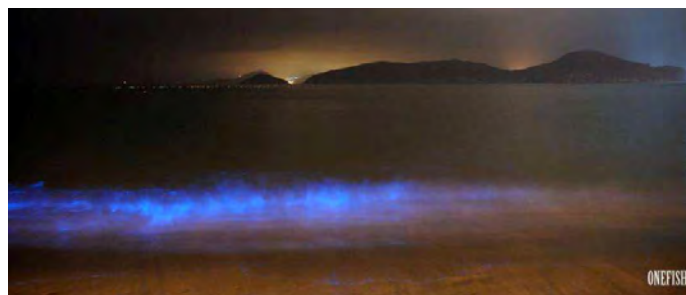


圖 5-26 102 年 05 月 13 日北竿午沙  
資料來源：于逸知



圖 5-27 102 年 05 月 14 日北海坑道  
資料來源：陳書儒



圖 5-28 102 年 05 月 15 日仁愛  
資料來源：陳書儒



圖 5-29 102 年 05 月 15 日四維 80 據點  
資料來源：曹祥官



圖 5-30 102 年 05 月 16 日莒光大埔  
資料來源：林文福



圖 5-31 102 年 05 月 16 日南竿梅石  
資料來源：陳沐雄



圖 5-32 102 年 05 月 17 日南竿山隴  
資料來源：曹祥官



圖 5-33 102 年 05 月 17 日南竿機場  
資料來源：陳德福



圖 5-34 102 年 05 月 18 日南竿板津步道 53 據點  
資料來源：陳書儒



圖 5-35 102 年 05 月 18 日南竿仁愛鐵堡  
資料來源：游奕坤



我們將藍眼淚出現的時間、地點，整理如下表 5-2。

表 5-2 發現藍眼淚日期表

時間	地點		拍攝者／發現者	備註
102.04.17	莒光	猛沃港	曹躍鎧	
102.04.17	莒光	猛沃港	陳筱雯	
102.04.19	北竿	塘后沙灘	陳姿吟	
102.04.29	南竿	仁愛	李振元	
102.05.02	莒光	青帆	陳德福	
102.05.02	南竿	板津步道 55 據點	陳孜淵	
102.05.03	南竿	板津步道 55 據點	王文忠	
102.05.04	南竿	牛角聚落	曹以鋒	
102.05.09	莒光	青帆	陳德福	
102.05.09	南竿	仁愛鐵堡	曹祥官	
102.05.09	北竿	后沃	于逸知	
102.05.10	南竿	牛角聚落	劉家國	
102.05.11	北竿	08 據點	王文忠	
102.05.13	北竿	午沙	于逸知	
102.05.14	南竿	北海坑道	陳書儒	
102.05.15	南竿	仁愛	陳書儒	
102.05.15	南竿	四維 80 據點	曹祥官	
102.05.16	莒光	大埔	林文福	
102.05.16	南竿	梅石	陳沐雄	
102.05.17	南竿	山隴	曹祥官	
102.05.17	南竿	機場	陳德福	
102.05.18	南竿	板津步道 53 據點	陳書儒	
102.05.18	南竿	仁愛鐵堡	游奕坤	

### 三、分析馬祖氣象站觀測資料

我們從馬祖氣象站取得 101 年 4、5 月以及 102 年 4、5 月的氣溫、降雨量、風速、海平面氣壓數據，繪製成折線圖，再從中尋找天氣因素與藍眼淚出現的關連性。

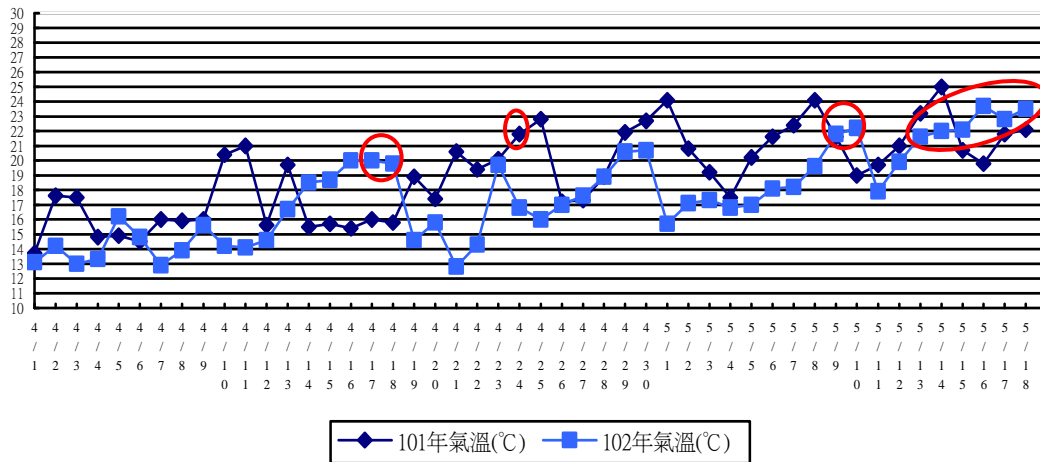


圖 5-36 氣溫折線圖

從氣溫折線圖得知：04 月 14 日到 04 月 18 日期間，102 年的氣溫高於 101 年；但 04 月 19 日至 05 月 18 日，102 年的氣溫相對低於 101 年的氣溫。去（101）年 04 月 24 日（20°C）馬祖鐵板海面出現藍眼淚大爆發現象；到了今（102）年，04 月 17、18 日（20°C）兩天夜裡，東莒海面出現藍眼淚現象；但今年 04 月 18 日～28 日由於氣候轉涼、氣溫偏低，藍眼淚現象也隨之消失；04 月 29 日、05 月 03、05 月 04 日出現零星藍眼淚；直到 05 月 09～10 日（22°C），以及 05 月 13 日（21°C）～05 月 18 日（23°C）期間才又再度呈現藍眼淚大爆發現象。

從上述情形歸納發現：**藍眼淚現象必須在氣溫 21～24°C 較為明顯**，不僅肉眼可見，亦能使用單眼相機的長曝光效果留下美麗的照片。

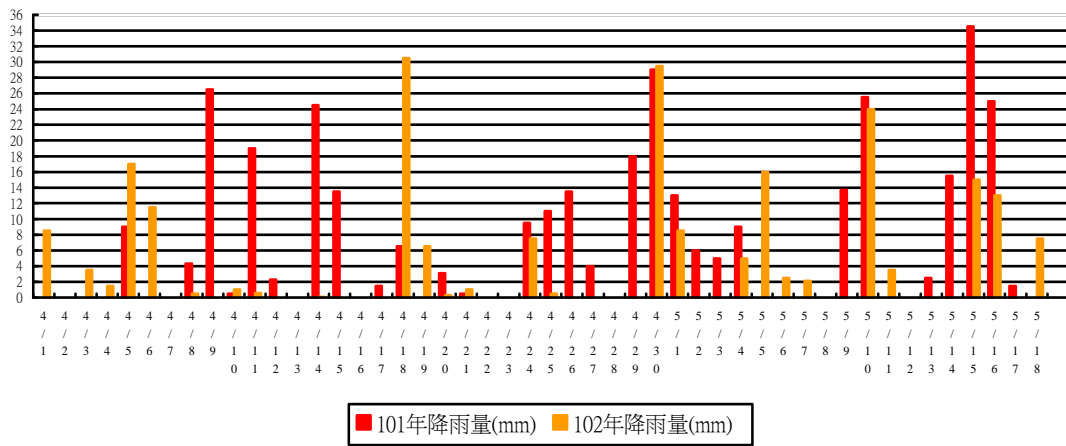


圖 5-37 降雨量直條圖

從雨量折線圖得知：101 年 04 月份的降雨量明顯多於 102 年 04 月，去年 04 月 01 日~04 月 24 日累積降雨量約 130mm，於 24 日晚間馬祖海面已出現藍眼淚大爆發現象。但今年 04 月 17 日之前降雨量都很少，04 月 17~20 日這幾天降雨量增加了 37mm，期間莒光鄉曹躍鎧先生使用長曝光方式拍攝到藍眼淚美照；04 月 20 日~04 月 28 日降雨量十分稀少，29 日以後降雨量大幅度提升；從 04 月 17 日~05 月 13 日累積降雨量 137.4mm，今年一直到 05 月 13 日，才全面性（南竿、莒光、北竿）且每晚都呈現「天上的星星不說話，海上的眼淚藍如畫」的情況。

從上述情形歸納發現：**藍眼淚現象必須在累積降雨量 130mm 以上較為明顯。**

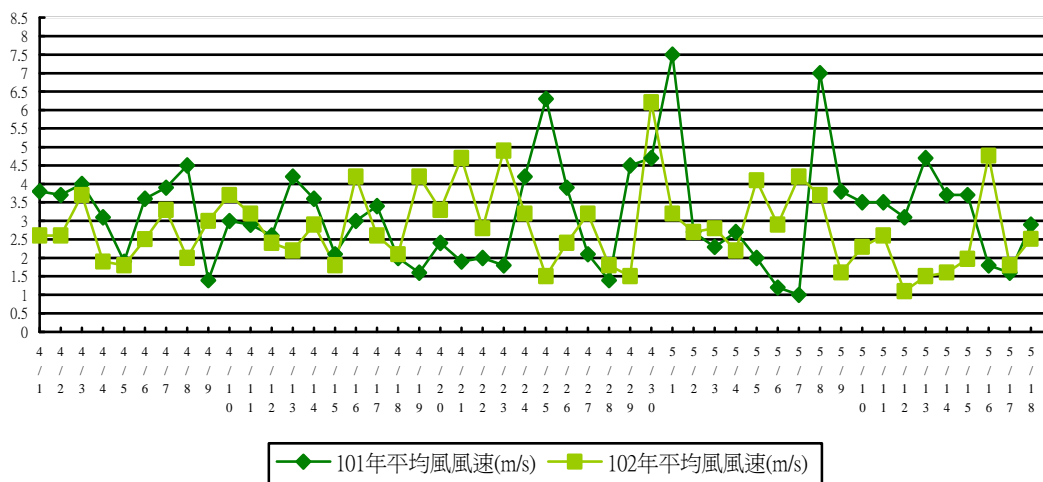


圖 5-38 平均風風速折線圖

試著將藍眼淚出現時間與平均風速圖一起分析，但是推論不出任何關聯性。

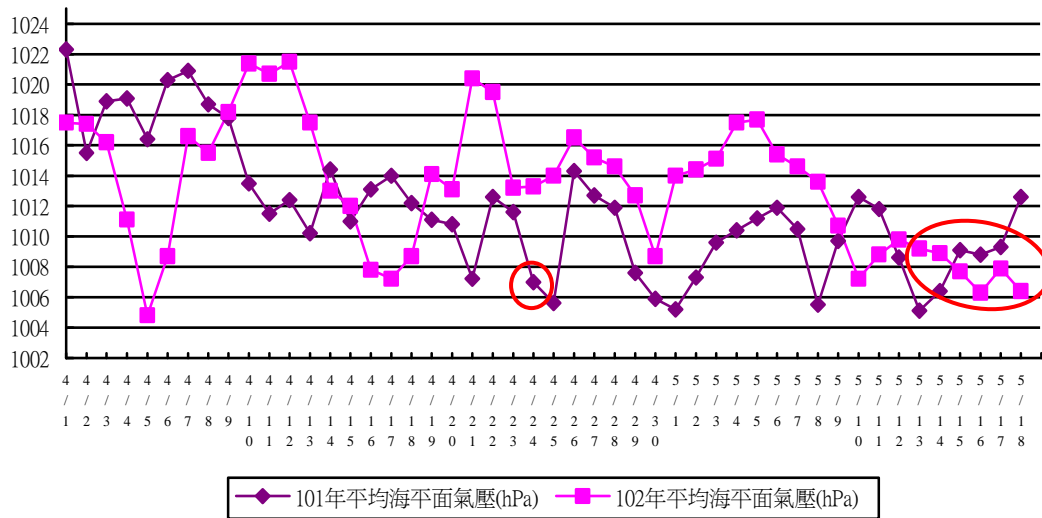


圖 5-39 平均海平面氣壓折線圖

從平均海平面氣壓折線圖得知：氣溫越高時，平均海平面氣壓越低。今年藍眼淚現象最爲明顯的時間在 05 月 13~18 日，去年則是 04 月 24 日，可見**平均海平面氣壓 1006~1010 hPa 最適合夜光藻生長、繁殖。**

## 陸、討論

### 一、白天的漂浮泡泡就是晚上的藍眼淚？

許多攝影高手猜測：白天時，若在海岸邊看到白色泡泡般的漂浮物，如圖 6-1，晚上時，就會出現藍眼淚！此說法必須要進一步求證，是否屬實。

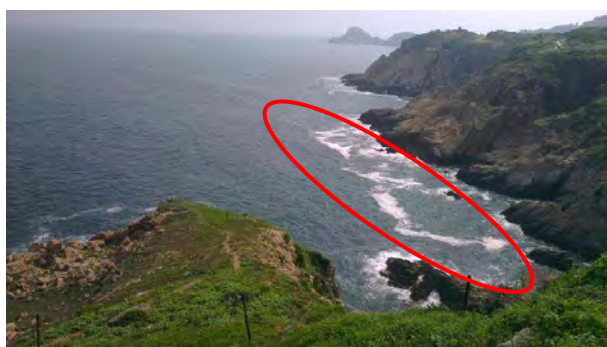


圖 6-1 白色漂浮泡泡

資料來源：曹祥官

### 二、夜光藻會大量繁殖是工業污染造成？

聯合報記者於 2013 年 4 月 20 日報導「馬祖『藍眼淚』的危機」，報導內容提到中國大陸的工業污染造成海洋優養化，而使藻類大量繁殖，形成藍眼淚現象。不過連江縣政府環保局表示：馬祖於民國 99 年、100 年及 101 年共監測 4 個點、40 個樣品次，近岸海水之 PH 值、溶氧及重金屬（鎳、鉻、銅、鋅、鉛、汞）等 17 個實驗項次，均符合水質標準；去年環保署已針對地區目標海灘進行檢測，水質均符合標準，菌數與腸球菌每 100c.c 均小於 10 個，屬優良等級。（馬祖日報，20130423）

究竟夜光藻大量繁殖的原因是「工業污染」？還是「大自然的食物鏈」導致？有待查證。

## 柒、結論與建議

### 一、結論

- (一) 馬祖海面的藍眼淚現象是「夜光藻」大量發光形成。
- (二) 夜光藻是圓形單細胞透明生物，無毒，以體內的發光酵素等物質與氧氣氧化產生螢光（邵廣昭，2000），直徑約 0.1cm，若仔細觀察，肉眼可見。適合夜光藻生長的海溫是 17°C ~ 22°C。PH 值在 7.9 ~ 8.4 之間。鹽度是千分之 19 ~ 千分之 29。比重在 1.014 ~ 1.022。海水中的夜光藻數量少時，溶氧量高，測量數據為 10.5；數量多時，溶氧量低，測量數據為 4.0。
- (三) 在氣溫 21 ~ 24°C、累積降雨量 130mm 以上、平均海平面氣壓 1006 ~ 1010 hPa 最適合夜光藻大量繁殖，當夜光藻大量繁殖時，會在海面發出淡藍色螢光，形成「藍眼淚」美景。

### 二、建議

- (一) 我們在採樣海水中發現肉眼所見的 0.1cm 透明圓形生物就是夜光藻，不過在玻璃瓶中只能存活大約兩 ~ 三天，之後就自動分解了。曾尋找過相關藻類文獻，並 e-mail 請教臺大周教授，但是都無法得知「如何養殖夜光藻」，所以提出這一點建議，供進一步研究夜光藻的人參考。
- (二) 馬祖路燈數量不少，讓民眾、遊客、攝影高手必須四處尋找無光害（沒有路燈）的地點，才能欣賞、拍攝藍眼淚，所以在每年 04、05 月藍眼淚旺季時，應該請政府相關單位於晚間定時關閉該區域路燈，或請各村長控制區域路燈，並提醒民眾隨身攜帶手電筒以策安全。

## 捌、參考資料

ViRiDaNa (2013 年 04 月 22 日)。**【驚奇景點】**春季的絕美奇光異景，馬祖藍眼淚如夢似幻！。**Yahoo！奇摩旅遊**。2013 年 04 月 22 日，取自：

<http://tw.travel.yahoo.com/topic/7b60736a-d005-32b3-b871-9b6a127b900b>

王純姬、吳美慧、卓麗容、邱文娟、胡甫育、黃建榮、葉承輝 (2011)。**國小自然與生活科技 3 下**。新北市：康軒文教。

王純姬、吳美慧、卓麗容、邱文娟、胡甫育、黃建榮、葉承輝 (2011)。**國小自然與生活科技 6 上**。新北市：康軒文教。

王純姬、吳美慧、卓麗容、邱文娟、胡甫育、黃建榮、葉承輝 (2011)。**國小自然與生活科技 6 下**。新北市：康軒文教。

田欣雲 (2012 年 4 月 25 日)。直擊／馬祖星沙大爆發！發光「藍眼淚」醉倒網友。**今日新聞 nownews**。2012 年 4 月 25 日，取自：

<http://www.nownews.com/2012/04/25/153-2807904.htm>

孟祥傑 (2013 年 4 月 20 日)。馬祖東莒沿海「藍眼淚」的危機。**聯合報**。2013 年 4 月 20 日，取自：<http://udn.com/NEWS/NATIONAL/NAT5/7843497.shtml>

林郁倫 (2012 年 12 月 6 日)。迷漾馬祖之美／瞬間奇景 藍色眼淚匯集熒光亮海。**yam 蕃薯藤新聞**。2012 年 12 月 6 日，取自：

<http://history.n.yam.com/yam/travel/20121206/20121206033727.html>

邱竟瑋 (2013 年 04 月 23 日)。釐清「藍眼淚」之謎 建設局：委請台大教授周宏農找出答案。**馬祖日報**。2013 年 4 月 23 日，取自：

[http://www.matsu-news.gov.tw/2010web/news\\_detail\\_101.php?CMD=open&UID=152718](http://www.matsu-news.gov.tw/2010web/news_detail_101.php?CMD=open&UID=152718)

邱瑞昌 (2013 年 04 月 18 日)。夢幻般藍眼淚 東莒再現。**馬祖日報**。2013 年 04 月 18 日，取自：

[http://www.matsu-news.gov.tw/2010web/news\\_detail\\_101.php?CMD=open&UID=152563](http://www.matsu-news.gov.tw/2010web/news_detail_101.php?CMD=open&UID=152563)

邵廣昭 (2000)。馬祖風景特定區海洋生物資源調查與保育研究。連江縣：馬祖國家風景區管理處

陳姿吟 (2013 年 4 月 22 日)。不停翻攪海水怕消失！馬祖絕美「藍眼淚」超夢幻。  
**東森新聞雲**。2013 年 4 月 22 日，取自：

<http://www.ettoday.net/news/20130422/196035.htm>

游璇如 (2013 年 04 月 18 日)。絕美「藍眼淚」現身馬祖 海上螢光兩周內看得到。  
**ETtoday**。2013 年 04 月 18 日，取自：

<http://www.ettoday.net/news/20130418/194262.htm>

黃淑芳 (1989)。認識藻類。台北市：台灣省立博物館。

潘欣彤 (2012 年 4 月 26 日)。汙染警訊！馬祖唱藍色啤酒海。中國時報。2012 年  
4 月 26 日，取自：<http://life.chinatimes.com/life/100317/112012042600041.html>

獨／讓李安捶心肝的「藍眼淚」，《少年 Pi》夜景好遺憾 經查證是海上介形蟲  
(2012 年 11 月 30 日)。**ETtoday**。2012 年 11 月 30 日，取自：

[http://www.matsu-news.gov.tw/2010web/news\\_detail\\_101.php](http://www.matsu-news.gov.tw/2010web/news_detail_101.php)

藍色啤酒海 漁民判斷丁香魚過境觀察指標 (2012 年 4 月 27 日)。**馬祖日報**。2012  
年 4 月 27 日，取自：[http://www.matsu-news.gov.tw/2010web/news\\_detail\\_101.php](http://www.matsu-news.gov.tw/2010web/news_detail_101.php)



## 【評語】 080501

1. 研究題材富鄉土性。
2. 若能將研究時間延長將會有更多的成熟作品。